

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar
Földtudományi Doktori Iskola
Földrajz-Meteorológia Doktori Program

**A domborzat és a művelés hatása a szántóterületek
talajvesztésének aggregátum- és szemcseméret eloszlására**

SZABÓ JUDIT ALEXANDRA

Doktori értekezés tézisei



Témavezető:
Dr. Jakab Gergely
címzetes egyetemi docens
Tudományos főmunkatárs MTA CSFK

Földtudományi Doktori Iskola vezetője: Dr. Bartholy Judit
tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Meteorológiai Tanszék

Földrajz-Meteorológia Program vezetője: Dr. Karátson Dávid
tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Természetföldrajzi Tanszék

1. Bevezetés

A rétegerózió a szántóföldeken jelentős károkat okozó, méretszelektív, komplex folyamat, mely szerepet játszik a talaj szervesanyagának pusztulásában (KUHN – ARMSTRONG, 2012; JAKAB et al., 2016; LIU et al., 2018) és a tápanyagok elszállításában (DI STEFANO et al., 2000). A talaj egyedi szemcsékből felépülő másodlagos szerkezeti egységekből áll, amiket méretük alapján makroaggregátumoknak ($>250\text{ }\mu\text{m}$) vagy mikroaggregátumoknak hívunk ($<250\text{ }\mu\text{m}$). Az esők során az esőcseppek energiájának hatására az aggregátumok szétesnek, a könnyebb részecskék elszállítódnak a lefolyással, a nehezebbek a felszínen maradnak, felhalmozódnak és talajkérget építenek fel.

Ez a szelekciós folyamat, különösen az elmozdult aggregátumok szemcseméret-eloszlása még kevésbé kutatott téma (ASADI et al., 2011; MARTÍNEZ-MENA et al., 2002). A szelektivitás eltérő felszínállapotoknál (lejtőmeredekség, kezdeti nedvességtartalom, talajkéreg megléte és felszínérdesség) különbözik. Az általam vizsgált felszínállapotok az évszakok és egyes lejtőpozíciók jellemző felszíneit modellezzik.

A dolgozat célja az eróziós szelektivitás idő- és térbeli jellemzőinek tanulmányozása. A dolgozat fő kérdései:

- Melyik aggregátum, illetve szemcseméret frakció a domináns az elmozduló anyagban különböző talajállapotok esetében?
- Mi a különbség a lepusztult makro- és mikroaggregátumok szemcseméret-eloszlásában?
- A kéregképződés hogyan befolyásolja a hordalék-dinamikát és a lepusztult aggregátumok szemcseméret-eloszlását?
- Szélsőséges kezdeti nedvesség-viszonyok hogyan befolyásolják a talajvesztést, és lepusztult hordalék aggregátum- és szemcseméretét?

- A felszínállapoton alapuló esőztetésnek milyen előnyei vannak, és milyen távlatokat nyithat az erózió vizsgálatában?

2. Módszertan

A kísérletek két talajmintát vizsgálva az Eötvös Loránd Tudományegyetemen található esőszimulációs laboratóriumban zajlottak (SZABÓ et al., 2015). A talajmintákat intenzíven művelt szántóföldről gyűjtöttem Ceglédbercelen és Gerézdpusztán, ahol napjainkban is folynak eróziós kísérletek.

A kísérletek során három lejtőhajlást (2%; 5%; 12%), négy kezdeti nedvességtartalmat (a száraz felszíntől a vízzel telített felszínig), és két felszínérdességet (érdes és sima/kérges) kombináltam. Talajonként hat felszínt modelleztem:

- téli, lejtőlábi területekre jellemző terület: 2% lejtés, vízzel telített sima felszín;
- tavaszi, lejtőoldalra jellemző terület: 5% lejtés, szabadföldi vízkapacitásig telített, érdes felszín;
- tavaszi, lejtővállra jellemző terület: 12% lejtés, szabadföldi vízkapacitásig telített, érdes felszín;
- nyári, lejtőlábi pozícióra jellemző terület: 2% lejtés; száraz és kérges felszín;
- őszi, lejtőoldalra jellemző terület: 5% lejtés, szabadföldi vízkapacitásig telített, kérges felszín;
- őszi, lejtővállra jellemző terület: 12% lejtő, szabadföldi vízkapacitásig telített, kérges felszín.

A mintagyűjtés során a lefolyó hordalékot egy szitasor segítségével négy aggregátum-méret frakcióra bontottam: A ($>1000\mu\text{m}$); B ($250\text{--}1000\mu\text{m}$); C ($50\text{--}250\mu\text{m}$) and D ($<50\mu\text{m}$). A lefolyás aggregátumméret-eloszlása megegyezik a szitákon fennmaradt talaj

tömegének arányával. Mindegyik kísérletet három mintavételi időszakra osztottam. Az aggregátumfrakciók szemcseméret-eloszlását lézerdiffrakcióval vizsgáltam, majd az eredményeket hierarchikus klaszteranalízissel csoportosítottam.

A hordalék méreteloszlás vizsgálata mellett, annak érdekében, hogy a felszín csapadék hatására történő változásról is képet kapjak, kiegészítő méréseket végeztem. Fotogrammetriai módszerekkel készítettem felszínmodelleket, és ezeken swath analízissel vizsgáltam a talajérdesség változását. A kialakult talajkérgesről vékonycsiszolatokat készítettem, és a klaszteranalízis eredményeit alátámasztandó szemcsemorfológiai vizsgálatokat is végeztem.

3. Eredmények összefoglalása, tézisek

1. tézis:

Laboratóriumi esőztetéssel hat felszínállapon (három lejtőmeredekség (2%; 5%; 12%), négy kezdeti nedvességtartalom (a száraz felszíntől a vízzel telített felszínig), és két felszínérdesség (érdes és sima/kérges) kombinációja) végzett kísérletekkel megállapítottam, hogy – a konstans lefolyás hordalékkoncentrációja alapján számolt – 20. percre extrapolált, elméleti **talajveszteség értékét két részfolymat határozta meg:**

(1) a nedvességi állapot és a felszín érdessége hatott a lefolyás megindulásának időpillanatára;

(2) a lejtőhajlás pedig a lefolyás hordalékkoncentrációját határozta meg.

Talajveszteség szempontjából a legveszélyeztetettebb területek a meredek lejtők (lejtővállak) a tavasz és a nyár folyamán, valamint a vízzel telített felszínek még kicsi lejtőszög mellett is. Ez, a

gyakorlatban a belvízzel veszélyeztetett területek kiemelt téli erózió érzékenységét valószínűsíti.

2. tézis

Laboratóriumi esőztetéssel hat felszínállapon (három lejtőhajlás (2%; 5%; 12%), négy kezdeti nedvességtartalom (a száraz felszíntől a vízzel telített felszínig), és két felszínérdesség (érdes és sima/kérges) kombinációja) végzett kísérletekkel **megállapítottam, hogy a lefolyásban az agyagban gazdag makroaggregátumok aránya nőtt meg, míg a kisebb agyagtartalmú aggregátumok szétestek a felszínen.** A nagyobb agyagtartalmú aggregátumok stabilabbak voltak az esőcsepp energiájával szemben, míg a nagyobb szervesszén-tartalmú aggregátumok csak nedves szitálás során voltak ellenállóbbak.

3. tézis

Laboratóriumi esőztetéssel hat felszínállapon (három lejtőhajlás (2%; 5%; 12%), négy kezdeti nedvességtartalom (a száraz felszíntől a vízzel telített felszínig), és két felszínérdesség (érdes és sima/kérges) kombinációja) végzett kísérletek során gyűjtött 148 hordalékminta szemcseméret-eloszlásának klaszterbe sorolása alapján **megállapítottam, hogy az aggregátumok szemcseméret-eloszlása az aggregátum méretétől függ, és független a lejtő meredekségétől, a talaj kezdeti nedvességtartalmától, vagy a felszín érdességétől.** A három csoport kialakításában az 58-110 µm-es szemcsék részaránya volt a meghatározó. A makroaggregátumok szemcseméret eloszlásai egy csoportba kerültek, külön csoportot alkottak az 50–250 µm-es mikroaggregátumok szemcseméret eloszlásai, és külön csoportot a <50 µm-es frakció.

4. tézis

Laboratóriumi esőztetéssel hat felszínállapon (három lejtőhajlás (2%; 5%; 12%), négy kezdeti nedvességtartalom (a száraz felszíntől a vízzel telített felszínig), és két felszínérdesség (érdes és sima/kérges) kombinációja) végzett kísérletek során gyűjtött 148 hordalékminta szemcseméret-eloszlás klasztere alapján **megállapítottam, hogy néhány mikroaggregátum szemcseméret-eloszlása inkább a makroaggregátumok szemcseméret-eloszlásaira hasonlít. Az 50–250 µm-es mikroaggregátumokból olyan minták soroltak át, amelyek szemcseméret-eloszlása az idővel jelentősen változott, míg az <50 µm-es frakcióból átsorolt minták mindegyike kérges felszínről pusztult le.**

5. tézis

Laboratóriumi esőztetéssel hat felszínállapon (három lejtőhajlás (2%; 5%; 12%), négy kezdeti nedvességtartalom (a száraz felszíntől a vízzel telített felszínig), és két felszínérdesség (érdes és sima/kérges) kombinációja) végzett kísérletekkel **megállapítottam, hogy a felszínállapot, mint önálló eróziós tényező használata egy előremutató, új irányvonal a talajeróziós vizsgálatok során. A modellezett feltételek között három meghatározó folyamat-együttest határoztam meg: (I) A kérges vagy száraz felszínnek beszivárgást csökkentő hatása miatt a lefolyás lesz a domináns folyamat, elsősorban a nyári és őszi hónapok során a lejtőváll pozícióban. (II) Ha a felszín érdes, és elérhető rajta elszállítható aggregátumok, az eróziós szelekció hatásosabb, mint a többi esetben, leginkább tavasszal 10% lejtőhajlás alatti lejtőoldalakon jellemző. (III) Vízzel telített felszíneken és kis lejtésű területeken leginkább a talajrészecskék lokális átrendezése jellemző folyamat, elsősorban télen és lejtőlábi területeken.**

4. Következtetések

A rétegerózió méretszelektív megjelenése térben és időben igen változatos folyamat. Az eredmények alátámasztják, hogy adott felszínállapotok hatásai, amelyek egyes eróziós tényezők összetett hatását vizsgálják nem feltétlen egyértelműek. E komplex folyamat jobb megértése érdekében több olyan kísérlet szükséges, ahol a kerges felszín és a szélsőséges kezdeti nedvességtartalom nagyobb szerepet kap.

Az agyagban gazdag aggregátumok részarányának növekedése a lefolyásban megerősíti, hogy az aggregátumok stabilitásának vizsgálatára az esőszimuláció jobb módszer, mint a nedves szitálás.

Összességében a disszertáció eredményei hangsúlyozzák az évszakokhoz és lejtőkhöz igazodó, specifikus erózió elleni védekezési stratégia fontosságát, és bemutatja az új felszínállapot alapú modellezés lehetőségeit.

Disszertáció témájához kötődő publikációs lista

- Szabó J., Szabó B., Szalai Z., Ringer M., Jakab, G 2017a:** Runoff and infiltration – case study of a Cambisol. COLUMELLA: JOURNAL OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES 4 : 1 pp. 127-130.
- Szabó J., Jakab G., Szabó B. 2015a:** Spatial and temporal heterogeneity of runoff and soil loss dynamics under simulated rainfall. HUNGARIAN GEOGRAPHICAL BULLETIN 64 : 1 pp. 25-34.
- Szabó B., **Szabó J.**, Centeri Cs., Jakab G., Szalai Z. **2017:** Infiltration and runoff measurements on arable land with different slopes and rainfall intensities. COLUMELLA: JOURNAL OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES 4 : 1 pp. 153-156.
- Jakab G., **Szabó J.**, Szalai Z., Mészáros E., Madarász B., Centeri Cs., Szabó B., Németh T., Sipos P. **2016:** Changes in organic carbon concentration

- and organic matter compound of erosion-delivered soil aggregates.
ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES 75 : 2 Paper: 144
- Jakab G., **Szabó J.**, Szalai, Z **2015**: A review on sheet erosion measurements in Hungary. TÁJÖKOLÓGIAI LAPOK 13 : 1 pp. 89-103. , 15 p.
- Telbisz, T., Kovács, G., Székely, B., **Szabó, J. 2013**: Topographic swath profile analysis: a generalization and sensitivity evaluation of a digital terrain analysis tool. ZEITSCHRIFT FÜR GEOMORPHOLOGIE 57 : 4 pp. 485-513.
- Jakab, G., Hegyi, I., Fullen, M., **Szabó, J.**, Zacháry, D., Szalai, Z **2018**: A 300-year record of sedimentation in a small tilled catena in Hungary based on $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, and C/N distribution. JOURNAL OF SOILS AND SEDIMENTS 18 : 4 pp. 1767-1779.
- Rieder, Á., Madarász, B., **Szabó, J A.**, Zacháry, D., Vancsik, A., Ringer, M., Szalai, Z., Jakab, G **.2018**: Soil organic matter alteration velocity due to land-use change : a case study under conservation agriculture. SUSTAINABILITY 10 : 4 Paper: 943
- Jakab, G., Madarász, B., **Szabó, J A.**, Tóth, A., Zacháry, D., Szalai, Z., Kertész, Á., Dyson, J. **2017**: Infiltration and soil loss changes during the growing season under ploughing and conservation tillage. SUSTAINABILITY 9 : 10 Paper: 1726.
- Jakab, G., Karsai, G., Szalai, Z., **Szabó, J. 2017**: Nitrate loss from fertilized crop fields: does slope steepness matter? TÁJÖKOLÓGIAI LAPOK 15 : 2 pp. 77-84.
- Szalai, Z., **Szabó, J.**, Kovács, J., Mészáros, E., Albert, G., Centeri, Cs., Szabó, B., Madarász, B., Zacháry, D., Jakab, G. **2016**: Redistribution of soil organic carbon triggered by erosion at field scale under subhumid climate, Hungary. PEDOSPHERE 26 : 5 pp. 652-665.
- Szabó, B., Centeri, Cs., Szalai, Z., Jakab, G., **Szabó, J. 2015**: Comparison of soil erosion dynamics under extensive and intensive cultivation based on basic soil parameters. NÖVÉNYTERMELES 64 pp. 23-26.
- Centeri, Cs., Szabó, B., Jakab, G., Kovács, J., Madarász, B., **Szabó, J.**, Tóth, A., Gelencsér, G., Szalai, Z., Vona, M. **2014**: State of soil carbon in Hungarian sites: loss, pool and management pp. 91-117. In: Margit, A. (szerk.) Soil carbon : types, management practices and environmental benefits. New York, Amerikai Egyesült Államok : Nova Science Publishers, 126 p

Konferencia absztraktok

- Szabó, J.,** Jakab, G. 2014: Az évszakosság szerepe az aggregátum-stabilitásban laboratóriumi eső-szimulátorral vizsgálva pp. 80-81. In: Sisák, István; Homor, Anna; Hernádi, Hilda (szerk.) Talajtani Vándorgyűlés : A talajok térbeli változatossága - elméleti és gyakorlati vonatkozások. Veszprém, Magyarország : Pannon Egyetemi Kiadó
- Szabó, J. A.,** Jakab, G., Szabó, B. 2015b: Effect of the slope and initial moisture content on soil loss, aggregate and particle size distribution GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 17 Paper: EGU2015-10078
- Szabó, J. A.,** Jakab, G. 2015c: Extreme soil moisture content and erosion p. 177 In: Hungarian, Geographical Society (szerk.) EUGEO Budapest 2015: congress programme and abstracts Budapest, Magyarország : Hungarian Geographical Society, 263 p.
- Szabó, J. A.,** Jakab, G., Szabó, B., Józsa, S., Szalai, Z., Centeri, Cs. 2016: Aggregate size distribution of the soil loss. GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 18 Paper: 8208
- Szabó, J.,** Szabó, B., Centeri, Cs., Józsa, S., Szalai, Z., Jakab, G. 2017b: Surface roughness and runoff. GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 19 Paper: EGU2017-10564
- Szabó, J. A.,** Kovács, J., Szabó, B., Szalai, Z., Jakab, G. 2017c: Single soil particle or an aggregate? GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 19 Paper: EGU2017-9416
- Szabó, J. A.,** Szalai, Z., Kovács, J. Király, Cs., Centeri, Cs., Keller, B., Jakab, G. 2018: Eróziós szelektivitás különböző lejtőpozíciókban In: Bakacsi, Zs; Kovács, Zs; Koós, S (szerk.) Talajtani Vándorgyűlés : Absztrakt és program füzet : Talajhasználat - funkcióképesség Magyar Talajtani Társaság, (2018) pp. 88-89. , 2 p.

Irodalomjegyzék

- Asadi, H., Moussavi, A., Ghadiri, H., Rose, C.W., 2011. Flow-driven soil erosion processes and the size selectivity of sediment. *J. Hydrol.* 406, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.06.010>
- Di Stefano, C., Ferro, V., Palazzolo, E., Panno, M., 2000. Sediment delivery processes and agricultural non-point pollution in a Sicilian Basin. *J. Agric. Eng. Res.* 77, 103–112. <https://doi.org/10.1006/jaer.2000.0567>
- Jakab, G., Szabó, J., Szalai, Z., Mészáros, E., Madarász, B., Centeri, C., Szabó, B., Németh, T., Sipos, P., 2016. Changes in organic carbon concentration and organic matter compound of erosion-delivered soil aggregates. *Environ. Earth Sci.* 75, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5052-9>
- Kuhn, N.J., Armstrong, E.K., 2012. Erosion of organic matter from sandy soils: Solving the mass balance. *Catena* 98, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.05.014>
- Liu, L., Li, Z.W., Chang, X.F., Nie, X.D., Liu, C., Xiao, H.B., Wang, D.Y., 2018. Relationships of the hydraulic flow characteristics with the transport of soil organic carbon and sediment loss in the Loess Plateau. *Soil Tillage Res.* 175, 291–301. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.09.011>
- Martínez-Mena, M., Castillo, V., Albaladejo, J., 2002. Relations between interrill erosion processes and sediment particle size distribution in semiarid Mediterranean area of SE of Spain. *Geomorphology* 45, 261–275.
- Szabó, J., Jakab, G., Szabó, B., 2015. Spatial and temporal heterogeneity of runoff and soil loss dynamics under simulated rainfall. *Hungarian Geogr. Bull.* 64. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.64.1.3>